



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Re application of

Masayuki MASUYAMA et al.

Serial No. 10/802,940

Filed March 18, 2004

:

:

: **Attn: APPLICATION BRANCH**

: Attorney Docket No. 2004_0412A

SOLID-STATE IMAGE SENSING APPARATUS
AND DRIVING METHOD THEREOF

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2004-041266, filed February 18, 2004, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Masayuki MASUYAMA et al.

By Michael S. Huppert

Michael S. Huppert
Registration No. 40,268
Attorney for Applicants

MSH/kjf
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
April 19, 2004

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2004年 2月18日

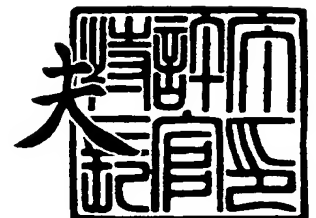
出願番号
Application Number: 特願2004-041266
[ST. 10/C]: [JP2004-041266]

出願人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2004年 4月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3027580

【書類名】 特許願
【整理番号】 2923250047
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 27/14
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 榊山 雅之
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 村上 雅史
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100109210
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 新居 広守
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003- 78890
 【出願日】 平成15年 3月20日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 049515
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0213583

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

半導体基板上に、光信号を信号電荷に変換する光電変換部と前記光電変換部の出力を増幅して増幅信号を出力する増幅部とからなる複数の単位セルを 2 次元状に配置してなる撮像領域と、列方向に前記単位セルの増幅信号を伝達する複数の垂直信号線と、前記撮像領域に配置された単位セルから行方向で単位セルを選択する水平方向選択手段と、各列毎の垂直信号線に接続され、各行毎の前記単位セルの増幅信号に対応する信号を蓄積する第 1 蓄積容量および第 2 蓄積容量と、前記信号を蓄積する蓄積容量を前記第 1 蓄積容量および第 2 蓄積容量から選択する蓄積容量選択手段と、前記複数の垂直信号線のそれぞれに接続された前記第 1 蓄積容量および第 2 蓄積容量から任意の前記垂直信号線に接続された前記第 1 蓄積容量および第 2 蓄積容量を選択する垂直方向選択手段と、前記垂直方向選択手段を介して各列毎の垂直信号線に接続され、前記第 1 蓄積容量あるいは第 2 蓄積容量に蓄積された増幅信号に対応する信号を伝達する水平信号線とを備えた固体撮像装置であって、前記蓄積容量選択手段は、前記複数行の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合には前記第 1 蓄積容量を選択し、前記加算をおこなわない場合には前記第 2 蓄積容量を選択し、

前記第 1 蓄積容量の容量値は、前記第 2 蓄積容量の容量値よりも小さく、

前記第 2 蓄積容量の容量値は、当該第 2 蓄積容量に蓄積された信号を読み出すために必要な最小の容量値である

ことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項 2】

前記第 2 蓄積容量の容量値は、前記垂直方向選択手段からの飛び込みノイズの吸収に必要な容量値である

ことを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記第 1 蓄積容量および第 2 蓄積容量は、 n 個 (n は 2 以上の整数) の第 3 蓄積容量が並列に接続されてなり、

前記蓄積容量選択手段は、 k 行 ($k \leq n$ 、 k は 2 以上の整数) の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合には、 m 個 ($m \leq n/k$ 、 m は 1 以上の整数) の前記第 3 蓄積容量を選択し、前記加算をおこなわない場合には、 p 個 ($m < p \leq n$ 、 p は 2 以上の整数) の前記第 3 蓄積容量を選択し、前記第 3 蓄積容量に蓄積された信号を読み出す場合には、前記信号を蓄積する全ての前記第 3 蓄積容量を選択する

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記蓄積容量選択手段は、前記加算をおこなう場合には、前記第 3 蓄積容量の選択を k 回おこない、

前記 m は、前記 k 回の第 3 蓄積容量の選択において同じ値である

ことを特徴とする請求項 3 に記載の固体撮像装置。

【請求項 5】

前記 $k \times m$ 個の第 3 蓄積容量および前記 p 個の第 3 蓄積容量のいずれか総容量値の小さい方は、前記垂直方向選択手段のもつ寄生容量値の所定倍よりも大きな総容量値を有し、

前記寄生容量値の所定倍の値は、前記垂直方向選択手段による選択に用いられる電圧の値と、前記第 3 蓄積容量から読み出される信号電圧の値とから決定される

ことを特徴とする請求項 4 に記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記 m は、1 であり、

前記 n は、前記 k および前記 p と等しい

ことを特徴とする請求項 5 に記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

前記蓄積容量選択手段は、前記加算をおこなう場合には、前記第 3 蓄積容量の選択を k

回おこない、

前記 m は、前記 k 回の第 3 蓄積容量の選択において異なる値であることを特徴とする請求項 3 に記載の固体撮像装置。

【請求項 8】

前記第 3 蓄積容量は、クランプ容量を介して前記垂直信号線と接続されることを特徴とする請求項 3 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

前記第 3 蓄積容量の容量値は、前記加算をおこなう場合の S/N 比と前記加算をおこなわない場合の S/N 比とが同等になるように決定される

ことを特徴とする請求項 8 記載の固体撮像装置。

【請求項 10】

前記第 3 蓄積容量の容量値は、 C_{cp} をクランプ容量の容量値とし、 C_{sp} を第 3 蓄積容量の容量値とし、 k を加算する行数として、下記の数式

$$C_{cp} : C_{sp} \equiv (1 - 1/\sqrt{k}) : (\sqrt{k} - 1)$$

から決定される

ことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の固体撮像装置。

【請求項 11】

前記第 3 蓄積容量、水平方向選択手段および垂直方向選択手段は、NMOS 型トランジスタにより構成される

ことを特徴とする請求項 3 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の固体撮像装置。

【請求項 12】

半導体基板上に、光信号を信号電荷に変換する光電変換部と前記光電変換部の出力を増幅して増幅信号を出力する増幅部とからなる複数の単位セルを 2 次元状に配置してなる撮像領域と、列方向に前記単位セルの増幅信号を伝達する複数の垂直信号線と、各列毎の垂直信号線に接続され、前記単位セルの増幅信号に対応する信号を蓄積する複数の蓄積容量とを備えた固体撮像装置の駆動方法であって、

複数行の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合において、前記複数の蓄積容量から加算する各行毎に独立に 1 つずつを選択して各行毎の前記増幅信号に対応する信号を蓄積した後、前記増幅信号に対応する信号が蓄積された蓄積容量の全てを選択し、

前記加算をおこなわない場合において、前記複数の蓄積容量から各行毎の前記増幅信号に対応する信号を蓄積する 2 以上の蓄積容量を並列に選択する

ことを特徴とする固体撮像装置の駆動方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】固体撮像装置およびその駆動方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、固体撮像装置に関し、特に画素信号の加算をおこなうことができる固体撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話機等の移動端末の分野においては、カメラ機能を備えたものが普及してきた。移動端末が備えるカメラ機能については、高画素化（メガピクセル化）による静止画像の高画質化が要求され、ローコストのDSC（Digital Still Camera）に置き換わることが期待されている。また一方で、移動端末が備えるカメラ機能に対して、動画や通信を考慮に入れたQVGA（8万画素程度）以下の画像に対応することも要求されている。

【0003】

これらの要求に対応するために、例えばメガピクセルといわれるような高画素のCCD固体撮像装置において、間引きとよばれる画像の一部抜き取りによる画素の削除をおこなっている。また、増幅型固体撮像装置において、撮像装置内で垂直方向の画素信号の加算をおこなっている。

図5は、「固体撮像装置」（特許文献1参照）の回路構成図を示す図であり、撮像装置内で垂直方向の画素信号の加算をおこなう固体撮像装置の一例である。

【0004】

従来の固体撮像装置は、光信号を信号電荷に変換するフォトダイオード501と、フォトダイオード501の信号を読み出す読み出しトランジスタ502と、フォトダイオード501の信号電圧を増幅する増幅トランジスタ503と、フォトダイオード501の信号電圧をリセットするリセットトランジスタ504と、増幅された信号電圧を読み出す行を選択する垂直選択トランジスタ505と、フォトダイオード501の信号電圧を検出するFD（フローティングディフュージョン）部506とから構成される単位セル500と、 $n \times m$ 個の単位セル500が2次元的に配置されたイメージエリア510と、信号処理部550に単位セル500の信号電圧を列単位で伝達する第1の垂直信号線520と、単位セル500を行単位で選択する行選択回路530と、負荷トランジスタ群540と、第1の垂直信号線520を介して伝達された信号電圧を保持し、ノイズをカットする信号処理部550と、単位セル500を列単位で選択する列選択回路560と、信号処理部550から出力された信号電圧を出力アンプ580に伝達する水平信号線570と、出力アンプ580とから構成される。図5では、説明を簡略化するために、 n 行、 m 列の単位セル500が示されている。

【0005】

図6は、信号処理部550の回路構成図を示す図である。

信号処理部550は、第1の垂直信号線520と接続されたサンプルホールドトランジスタ600と、サンプルホールドトランジスタ600を介して第1の垂直信号線520に接続されたクランプ容量610と、クランプ容量610を介して第1の垂直信号線520に接続された第2の垂直信号線620と、第2の垂直信号線620と接続されたサンプリグトランジスタ630a、630b、630cと、クランプトランジスタ640と、第2の垂直信号線620に接続された列選択トランジスタ650と、サンプリグトランジスタ630aを介して第2の垂直信号線620と接続されたサンプリグ容量660aと、サンプリグトランジスタ630bを介して第2の垂直信号線620と接続されたサンプリグ容量660bと、サンプリグトランジスタ630cを介して第2の垂直信号線620と接続されたサンプリグ容量660cとから構成される。

【0006】

サンプルホールドトランジスタ600は、SP線をハイレベルにするサンプリグパルスの印加に対応して、ON状態となり、第1の垂直信号線520により伝達された信号電

圧をクランプ容量 610 に伝達する。

また、CP線をハイレベルにするクランプパルスの印加により、クランプトランジスタ 640 が ON 状態となり、クランプ容量 610 の端子 B には CPDC 電圧が与えられる。クランプ容量 610 はリセット時の端子 A-B 間の電圧を保持することで、単位セル 500 毎で異なる固定パターンノイズを除去する。ここで、クランプ容量 610 の容量値を C_{cp} とする。

【0007】

第 2 の垂直信号線 620 は、第 1 の垂直信号線 520 からクランプ容量 610 を介して伝達された信号電圧を伝達する。

サンプリングトランジスタ 630 a は、SWA 線をハイレベルにする容量選択パルス A の印加に対応して、ON 状態となり、第 2 の垂直信号線 620 により伝達された信号電圧をサンプリング容量 660 a に転送する。また、サンプリングトランジスタ 630 b は、SWB 線をハイレベルにする容量選択パルス B の印加に対応して、ON 状態となり、第 2 の垂直信号線 620 により伝達された信号電圧をサンプリング容量 660 b に転送する。そして、サンプリングトランジスタ 630 c は、SWC 線をハイレベルにする容量選択パルス C の印加に対応して、ON 状態となり、第 2 の垂直信号線 620 により伝達された信号電圧をサンプリング容量 660 c に転送する。

【0008】

クランプトランジスタ 640 は、CP線をハイレベルにするクランプパルスの印加に対応して、ON 状態となり、第 2 の垂直信号線 620 と、クランプ容量 610 と、サンプリング容量 660 a、660 b、660 c とを CPDC 線の電位にリセットする。

列選択トランジスタ 650 は、CSEL線をハイレベルにする列選択パルスの印加に対応して、順次 ON 状態となり、サンプリング容量 660 a、660 b、660 c に蓄積された電荷を水平信号線 570 に転送する。

【0009】

サンプリング容量 660 a、660 b、660 c は、それぞれ各行毎に読み出された信号電圧を蓄積する。例えば、サンプリング容量 660 a は、n 行目にある単位セル 500 から読み出された信号電圧を蓄積し、サンプリング容量 660 b は、n-1 行目にある単位セル 500 から読み出された信号電圧を蓄積し、サンプリング容量 660 c は、n-2 行目にある単位セル 500 から読み出された信号電圧を蓄積する。ここで、サンプリング容量 660 a の容量値を C_{sp} 、サンプリング容量 660 b の容量値を C_{sp} 、サンプリング容量 660 c の容量値を C_{sp} とする。

【0010】

以上のような従来の固体撮像装置の動作について、図 7 に示す駆動タイミングチャートに沿って説明する。

n 行目の単位セル 500 が選択されると、LSET (n) 線をハイレベルにする行選択パルス (n) が n 行目の単位セル 500 の垂直選択トランジスタ 505 に印加される。垂直選択トランジスタ 505 は ON 状態となり、増幅トランジスタ 503 と負荷トランジスタ群 540 とでソースフォロア回路が形成され、単位セル 500 の電源電圧に追従した電圧がそのソースフォロア回路から第 1 の垂直信号線 520 に出力される。

【0011】

次に、SP線をハイレベルにするサンプリングパルスがサンプルホールドトランジスタ 600 に印加される。サンプルホールドトランジスタ 600 は、ON 状態となり、ソースフォロア回路から第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧をクランプ容量 610 に保持する。このとき、CP線をハイレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ 640 に印加される。クランプトランジスタ 640 は ON 状態となり、クランプ容量 610 の第 2 の垂直信号線 620 側が CPDC 線の電位にリセットされる。また、同時に SWA 線をハイレベルにする容量選択パルス A が印加されているので、サンプリングトランジスタ 630 a は ON 状態となり、サンプリング容量 660 a が CPDC 線の電位にリセットされる。

【0012】

次に、RSET (n) 線をハイレベルにするリセットパルス (n) がリセットトランジスタ 504 に印加される。リセットトランジスタ 504 は ON 状態となり、FD 部 506 の電位がリセットされる。FD 部 506 に接続している増幅トランジスタ 503 のゲート電圧は FD 部 506 の電位となり、この電圧に応じた電圧、具体的には (FD 部の電位 - V_t) $\times \alpha$ で与えられる電圧が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。ここで、 V_t は、増幅トランジスタ 503 の閾値電圧であり、 α は電圧増幅率である。

【0013】

次に、CP 線をローレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ 640 に印加され、クランプトランジスタ 640 が OFF 状態となり、第 2 の垂直信号線 620 はフローティング状態となる。

次に、READ (n) 線をハイレベルにする読み出しパルス (n) が読み出しトランジスタ 502 に印加される。読み出しトランジスタ 502 は ON 状態となり、フォトダイオード 501 に蓄積した信号電荷が FD 部 506 に転送される。FD 部 506 に接続している増幅トランジスタ 503 のゲート電圧は FD 部 506 の電位となり、この電圧に応じた電圧、具体的には (FD 部の電位 - V_t) $\times \alpha$ で与えられる電圧が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。が第 1 の垂直信号線 520 に出力される。このとき、CP 線をローレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ 640 に印加されているので、クランプトランジスタ 640 は OFF 状態となり、サンプリング容量 660a には、FD 部 506 の電位がリセットされたときに第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧と、フォトダイオード 501 に蓄積した信号電荷が FD 部 506 に転送されたときに第 1 の垂直信号線 520 に出力された電圧との差に応じた電圧変化が n 行目の単位セル 500 の信号電圧として蓄積される。そして、SWA 線をローレベルにする容量選択パルス A が印加され、サンプリングトランジスタ 630a は OFF 状態となる。

【0014】

次に、n-1 行目の単位セル 500 が選択され、SWB 線をハイレベルにする容量選択パルス B が印加され、同様の動作が繰り返されることで、サンプリング容量 660b には、n-1 行目の単位セル 500 の信号電圧が蓄積される。そして、SWB 線をローレベルにする容量選択パルス B が印加され、サンプリングトランジスタ 630b は OFF 状態となる。

【0015】

次に、n-2 行目の単位セル 500 が選択され、SWC 線をハイレベルにする容量選択パルス C が印加され、同様の動作が繰り返されることで、サンプリング容量 660c には、n-2 行目の単位セル 500 の信号電圧が蓄積される。そして、SWC 線をローレベルにする容量選択パルス C が印加され、サンプリングトランジスタ 630c は OFF 状態となる。

【0016】

次に、SWA 線、SWB 線、および SWC 線をハイレベルにする容量選択パルス A、容量選択パルス B、および容量選択パルス C が同時に印加され、サンプリングトランジスタ 630a、630b、630c は ON 状態となる。

次に、CSEL (m) 線をハイレベルにする列選択パルス (m)、CSEL (m-1) 線をハイレベルにする列選択パルス (m-1)、・・・を列選択トランジスタ 650 に順次印加され、各列選択トランジスタ 650 は順次 ON 状態となり、サンプリング容量 660a とサンプリング容量 660b とサンプリング容量 660c とに蓄積された信号電圧が加算されて水平信号線 570 に順次出力される。

【0017】

以上のような動作において、n 行目の単位セル 500 の信号電圧をサンプリング容量 660a に蓄積するために、クランプトランジスタ 640 と列選択トランジスタ 650 とが OFF 状態となり、サンプリングトランジスタ 630a が ON 状態となって、クランプ容量 610 とサンプリング容量 660a とにより形成された回路のゲインは (1) 式のよう

に計算される。

【0018】

$$G = C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})$$

・・・(1)

ここで、 $n-1$ 、 $n-2$ 行目の単位セル500の信号電圧をサンプリング容量660b、660cに蓄積するために、クランプ容量610とサンプリング容量660bとにより形成された回路のゲイン、クランプ容量610とサンプリング容量660cとにより形成された回路のゲインも同様に(1)式のように計算される。

【特許文献1】特開2000-106653号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

ところで、従来の固体撮像装置では、クランプ容量610、サンプリング容量660a、660b、660cの容量は、単位面積当たり数 $fF/\mu m^2$ のキャパシタンスで構成される。よって、数 pF の容量を形成する場合には、信号処理部550の面積は大きくなり、画素信号の加算をおこなうために形成される回路は、チップ面積を増大させる。例えば、 C_{cp} 、 C_{sp} が $5pF$ であり、サンプリング容量660a、660b、660cの単位面積当たりの容量が $5fF/\mu m^2$ である場合、クランプ容量610、サンプリング容量660a、660b、660cの面積は、それぞれ $1000\mu m^2$ となり、その合計は $4000\mu m^2$ という大きな面積となる。従って、列毎に形成されるクランプ容量およびサンプリング容量の水平方向の容量幅が $4\mu m$ で形成されている場合には、容量長は $1000\mu m$ となる。

【0020】

しかしながら、従来の固体撮像装置では、信号電圧の加算をおこなわずサンプリング容量660a、660b、660cのいずれかを使用して信号電圧を蓄積し、水平信号線570に出力する場合、出力される信号電圧は、サンプリング容量値 C_{sp} が小さいほど列選択トランジスタ650のON、OFFに起因する飛び込みノイズの影響を受け易い。よって、その飛び込みノイズの影響を抑えるために、サンプリング容量値 C_{sp} は必然的に数 pF という大きな値となり、チップ面積が増大するという問題がある。例えば列選択トランジスタのゲート容量が $4fF$ （ゲートサイズとしては $W/L=5\mu m/1\mu m$ 程度で、ゲートの半分の容量がサンプリング容量側への飛び込みノイズとして影響したと仮定）で、列選択トランジスタに3Vのパルス電圧が印加された場合には、 $3V \times 4f / (4f + C_{sp})$ の電圧がサンプリング容量に蓄積された信号電圧に飛び込む計算となる。従って、仮にサンプリング容量に飽和信号として500mVの信号電圧が蓄えられていた場合には、その信号電圧に対する飛び込みノイズのS/N比を $-40dB$ 以下とするために、サンプリング容量はサンプリング容量 \gg ゲート容量、パルス電圧を V_{IN} とした場合、飽和信号電圧 $/100 > V_{IN} \times$ ゲート容量 $/$ サンプリング容量を満たすことが必要となり、飛び込みノイズに起因するゲート容量の約600倍の約2.4pF以上の大きなサンプリング容量が必要となる。また、前記飛び込みノイズの10%が列選択トランジスタ間での飛び込みノイズばらつきとなって発生し、そのときのS/N比を $-60dB$ 以下とする場合でも、同一の約2.4pF以上の大きなサンプリング容量が必要となる。

【0021】

また、従来の固体撮像装置では、信号加算をおこなわない場合に単純に複数のサンプリング容量を使用するという方法を用いると、回路ゲインの大幅な低下という問題が生じる。すなわち、信号加算をおこなわない場合に、例えば C_{sp} を3個分使用して信号を蓄積する場合、列選択トランジスタ650を介し、水平信号線570に読み出す際の感度は、共通信号線の容量を C_{com} とすると $3C_{sp} / (3C_{sp} + C_{com})$ となり、 C_{sp} を1つを使用する場合のこの部分での回路ゲイン $C_{sp} / (C_{sp} + C_{com})$ に対し向上する。しかし、(1)式に基づくゲインでは逆に $C_{cp} / (C_{cp} + 3C_{sp})$ となり、

C_{sp} を1つ使用する場合の $C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})$ に対し回路のゲイン低下を生じ、信号の伝達効率が悪くなるのである。このとき、サンプリング容量に対するクランプ容量の値 C_{cp} を大きくすることで(1)式より計算される回路のゲイン低下をおさえることができる。しかし、そのときのクランプ容量の値 C_{cp} は、数pFから数十pFという大きな値となるため、チップ面積の増大という問題が発生する。例えば、ゲインを同一にするために使用するサンプリング容量が増加した分クランプ容量を10pF増加させる場合、更に500 μ m容量長を増加させる必要が生じる。また、 $C_{sp} \gg C_{com}$ 、かつ $C_{cp} \gg C_{sp}$ とすることで、3個同時に読み出す場合の回路ゲインを3倍とすることができる。しかし、水平共通信号線の容量は数p~数十pFあるため、クランプ容量値 C_{cp} およびサンプリング容量値 C_{sp} が非常に大きくなり、上記条件が成立することは現実的ではない。さらには、画素からの信号が非破壊で読み出し可能な場合、信号加算をおこなわない場合に、信号加算をおこなう場合のように各サンプリング容量に対し複数回読み出すことで、前記回路ゲインは $C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})$ となりゲイン低下は生じない。しかし、複数回読み出すために、読み出し期間が通常よりも3倍必要となる不具合が発生する。

【0022】

そこで、本発明は、かかる問題点に鑑み、チップ面積を増大させることなく、画素信号を加算するモードと、加算しない両モードでのS/N向上を可能にする固体撮像装置を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0023】

上記目的を達成するために、本発明の固体撮像装置は、半導体基板上に、光信号を信号電荷に変換する光電変換部と前記光電変換部の出力を増幅して増幅信号を出力する増幅部とからなる複数の単位セルを2次元状に配置してなる撮像領域と、列方向に前記単位セルの増幅信号を伝達する複数の垂直信号線と、前記撮像領域に配置された単位セルから行方向で単位セルを選択する水平方向選択手段と、各列毎の垂直信号線に接続され、各行毎の前記単位セルの増幅信号に対応する信号を蓄積する第1蓄積容量および第2蓄積容量と、前記信号を蓄積する蓄積容量を前記第1蓄積容量および第2蓄積容量から選択する蓄積容量選択手段と、前記複数の垂直信号線のそれぞれに接続された前記第1蓄積容量および第2蓄積容量から任意の前記垂直信号線に接続された前記第1蓄積容量および第2蓄積容量を選択する垂直方向選択手段と、前記垂直方向選択手段を介して各列毎の垂直信号線に接続され、前記第1蓄積容量あるいは第2蓄積容量に蓄積された増幅信号に対応する信号を伝達する水平信号線とを備えた固体撮像装置であって、前記蓄積容量選択手段は、前記複数行の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合には前記第1蓄積容量を選択し、前記加算をおこなわない場合には前記第2蓄積容量を選択し、前記第1蓄積容量の容量値は、前記第2蓄積容量の容量値よりも小さく、前記第2蓄積容量の容量値は、当該第2蓄積容量に蓄積された信号を読み出すために必要な最小の容量値であることを特徴とする。ここで、前記第2蓄積容量の容量値は、前記垂直方向選択手段からの飛び込みノイズの吸収に必要な容量値であってもよい。また、前記第1蓄積容量および第2蓄積容量は、 n 個(n は2以上の整数)の第3蓄積容量が並列に接続されてなり、前記蓄積容量選択手段は、 k 行($k \leq n$ 、 k は2以上の整数)の前記単位セルの増幅信号の加算をおこなう場合には、 m 個($m \leq n/k$ 、 m は1以上の整数)の前記第3蓄積容量を選択し、前記加算をおこなわない場合には、 p 個($m < p \leq n$ 、 p は2以上の整数)の前記第3蓄積容量を選択し、前記第3蓄積容量に蓄積された信号を読み出す場合には、前記信号を蓄積する全ての前記第3蓄積容量を選択してもよいし、前記蓄積容量選択手段は、前記加算をおこなう場合には、前記第3蓄積容量の選択を k 回おこない、前記 m は、前記 k 回の第3蓄積容量の選択において同じ値であってもよいし、前記 $k \times m$ 個の第3蓄積容量および前記 p 個の第3蓄積容量のいずれか総容量値の小さい方は、前記垂直方向選択手段のもつ寄生容量値の所定倍よりも大きな総容量値を有し、前記寄生容量値の所定倍の値は、前記垂直方向選択手段による選択に用いられる電圧の値と、前記第3蓄積容量から読み出される信号電圧の値

とから決定されてもよいし、前記mは、1であり、前記nは、前記kおよび前記pと等しくてもよいし、前記蓄積容量選択手段は、前記加算をおこなう場合には、前記第3蓄積容量の選択をk回おこない、前記mは、前記k回の第3蓄積容量の選択において異なる値であってもよい。

【0024】

これによって、チップ面積を増大させることなく、画素信号を加算するモードと、加算しない両モードでのS/N向上を可能にするという効果が発揮される。

【0025】

また、前記第3蓄積容量は、クランプ容量を介して前記垂直信号線と接続されてもよい。

これによって、単位セル毎で異なる固定パターンノイズを除去することができるという効果が発揮される。

【0026】

また、前記第3蓄積容量の容量値は、前記加算をおこなう場合のS/N比と前記加算をおこなわない場合のS/N比とが同等になるように決定されてもよい。

これによって、蓄積容量の容量値を最適化する方法を提供することができるという効果が発揮される。

【0027】

また、前記第3蓄積容量の容量値は、Ccpをクランプ容量の容量値とし、Cspを第3蓄積容量の容量値とし、kを加算する行数として、下記の数式

$$Ccp : Csp \equiv (1 - 1/\sqrt{k}) : (\sqrt{k} - 1)$$

から決定されてもよい。

これによって、蓄積容量の容量値を最適化することができるという効果が発揮される。

【0028】

また、前記第3蓄積容量、水平方向選択手段および垂直方向選択手段は、NMOS型トランジスタにより構成されてもよい。

これによって、列選択トランジスタは列選択時のオン抵抗が低いN型MOSトランジスタから構成されるので、列選択トランジスタのゲートサイズを小さくすることが可能となり、列選択トランジスタによる飛び込みノイズの影響を低減することができる。また、容量はN型MOSトランジスタから構成されるので、応答特性を速くすることができる。更に、2層のポリシリコンではなく、1層のポリシリコンにより容量を形成することが可能となり、製造工程を簡略化することができる。

【発明の効果】

【0029】

本発明に係る固体撮像装置によれば、単位セルの信号電圧を加算するために大きな容量値を持つ蓄積容量を用意する必要がないので、チップ面積を増大することなく、画質劣化のない画像圧縮を可能にする。また、画素信号を加算するモードと、加算しない両モードでのS/N向上を可能にする。また、使用する蓄積容量を選択することにより単位セルの信号電圧を加算する場合と単位セルの信号電圧を加算しない場合とを選択することができるので、高画素を必要とする場合と必要最小限の画素を必要とする場合とに対応した固体撮像装置を提供することができる。また、単位セルの信号電圧を蓄積する蓄積容量の容量値を最適化することができる。

【0030】

よって、本発明により、チップ面積を増大することなく、間引きといった方法と異なる画質劣化のない画像圧縮を可能にする固体撮像装置を提供することが可能となり、移動端末が備えるカメラの静止画像を高画質化し、かつ、そのカメラは動画や通信に対応することができるので、本発明の固体撮像装置の実用的価値は極めて高い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

以下、本発明の実施の形態における増幅型固体撮像装置について、図面を参照しながら説

明する。

図1は、本実施の形態の増幅型固体撮像装置の回路構成図である。図1において、図5と同一の要素には同一の符号が付されており、それらに関する詳しい説明はここでは省略する。

【0032】

本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、チップ面積を増大させることなく、画素信号を加算するモードと、加算しない両モードでのS/N向上を可能にする固体撮像装置を実現することを目的とするものであって、従来の固体撮像装置とは異なる信号処理部を有し、信号処理部100と、単位セル500と、イメージエリア510と、第1の垂直信号線520と、行選択回路530と、第1の垂直信号線520と接続された負荷トランジスタ群540、列選択回路560と、水平信号線570と、水平信号線570と接続された出力アンプ580とから構成される。図1では、説明を簡略化するために、n行、m列の単位セル500が示されている。

【0033】

単位セル500は、光信号を信号電荷に変換するフォトダイオード501と、フォトダイオード501の信号を読み出す読み出しトランジスタ502と、フォトダイオード501の信号電圧を増幅する増幅トランジスタ503と、フォトダイオード501の信号電圧をリセットするリセットトランジスタ504と、増幅された信号電圧を読み出す行を選択する垂直選択トランジスタ505と、フォトダイオード501の信号電圧を検出するFD部506とから構成される。

【0034】

ここで、信号処理部100の回路構成図を図2に示す。図2において、図6と同一の要素には同一の符号が付されており、それらに関する詳しい説明はここでは省略する。

信号処理部100は、従来の固体撮像装置とは異なるサンプリング容量を有し、第1の垂直信号線520と接続されたサンプルホールドトランジスタ600と、サンプルホールドトランジスタ600を介して第1の垂直信号線520に接続されたクランプ容量610と、クランプ容量610を介して第1の垂直信号線520に接続された第2の垂直信号線620と、第2の垂直信号線620と接続されたサンプリングトランジスタ630a、630b、630c、クランプトランジスタ640、列選択トランジスタ650と、サンプリングトランジスタ630aを介して第2の垂直信号線620と接続されたサンプリング容量200aと、サンプリングトランジスタ630bを介して第2の垂直信号線620と接続されたサンプリング容量200bと、サンプリングトランジスタ630cを介して第2の垂直信号線620と接続されたサンプリング容量200cと、水平信号線570と接続された水平信号線容量210とから構成される。

【0035】

サンプリング容量200a、200b、200cは、それぞれ各行毎に読み出された信号電圧を蓄積する。例えば、サンプリング容量200aは、n行目にある単位セル500から読み出された信号電圧を蓄積し、サンプリング容量200bは、n-1行目にある単位セル500から読み出された信号電圧を蓄積し、サンプリング容量200cは、n-2行目にある単位セル500から読み出された信号電圧を蓄積する。ここで、サンプリング容量200aを $C_{sp}/3$ 、サンプリング容量200bの容量値を $C_{sp}/3$ 、サンプリング容量200cの容量値を $C_{sp}/3$ とする。各サンプリング容量の容量値の合計である C_{sp} は、サンプリング容量に蓄積された信号電圧を水平信号線570に読み出すために必要な容量値である。すなわち、列選択トランジスタ650からの飛び込みノイズの吸収に必要な容量値である。

【0036】

水平信号線容量210は、列選択トランジスタ650と水平信号線570とによる浮遊容量を表したものである。ここで、水平信号線容量210の容量値を C_{com} とする。

以上のように構成された本発明の実施の形態における増幅型固体撮像装置の動作（単位セル500の信号電圧の加算をおこなわない場合）について、図3に示す駆動タイミング

チャートに沿って説明する。

【0037】

n行目の単位セル500が選択されると、LSET(n)線をハイレベルにする行選択パルス(n)がn行目の単位セル500の垂直選択トランジスタ505に印加される。垂直選択トランジスタ505はON状態となり、増幅トランジスタ503と負荷トランジスタ群540とでソースフォロア回路が形成され、単位セル500の電源電圧に追従した電圧がそのソースフォロア回路から第1の垂直信号線520に出力される。

【0038】

次に、SP線をハイレベルにするサンプリングパルスがサンプルホールドトランジスタ600に印加される。サンプルホールドトランジスタ600は、ON状態となり、ソースフォロア回路から第1の垂直信号線520に出力された電圧をクランプ容量610に保持する。このとき、CP線をハイレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ640に印加される。クランプトランジスタ640はON状態となり、クランプ容量610の第2の垂直信号線620側がCPDC線の電位にリセットされる。また、同時にSWA線を常にハイレベルにする容量選択パルスAと、SWB線を常にハイレベルにする容量選択パルスBと、SWC線を常にハイレベルにする容量選択パルスCとが印加されているので、サンプリングトランジスタ630a、630b、630cは常にON状態となり、サンプリング容量200a、200b、200cがCPDC線の電位にリセットされる。

【0039】

次に、RSET(n)線をハイレベルにするリセットパルス(n)がリセットトランジスタ504に印加される。リセットトランジスタ504はON状態となり、FD部506の電位がリセットされる。FD部506に接続している増幅トランジスタ503のゲート電圧はFD部506の電位となり、この電圧に応じた電圧、具体的には(FD部の電位 $-V_t$) $\times \alpha$ で与えられる電圧が第1の垂直信号線520に出力される。

【0040】

次に、CP線をローレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ640に印加され、クランプトランジスタ640がOFF状態となり、第2の垂直信号線620はフローティング状態となる。

次に、READ(n)線をハイレベルにする読み出しパルス(n)が読み出しトランジスタ502に印加される。読み出しトランジスタ502はON状態となり、フォトダイオード501に蓄積した信号電荷がFD部506に転送される。FD部506に接続している増幅トランジスタ503のゲート電圧はFD部506の電位となり、この電圧とはほぼ同等の電圧が第1の垂直信号線520に出力される。このとき、CP線をローレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ640に印加されているので、クランプトランジスタ640はOFF状態となり、サンプリング容量200a、200b、200cには、FD部506の電位がリセットされたときに第1の垂直信号線520に出力された電圧と、フォトダイオード501に蓄積した信号電荷がFD部506に転送されたときに第1の垂直信号線520に出力された電圧との差がn行目の単位セル500の信号電圧として蓄積される。

【0041】

次に、CSEL(m)線をハイレベルにする列選択パルス(m)、CSEL(m-1)線をハイレベルにする列選択パルス(m-1)、・・・を列選択トランジスタ650に順次印加する。各列選択トランジスタ650は順次ON状態となり、サンプリング容量200a、200b、200cに蓄積された信号電圧が水平信号線570に順次出力される。

【0042】

以上のような動作に基づく、単位セル500の信号電圧の加算をおこなわない場合の信号処理部100のゲインは、以下のように計算される。

【0043】

まず、n行目の単位セル500の信号電圧をサンプリング容量200a、200b、200cに蓄積するために、クランプトランジスタ640と列選択トランジスタ650とが

OFF状態となり、サンプリングトランジスタ630a、630b、630cが同時にON状態となって、クランプ容量610とサンプリング容量200a、200b、200cとにより形成された回路のゲインは(2)式のように計算される。

【0044】

$$G3 = C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})$$

... (2)

次に、蓄積された単位セル500の信号電圧を水平信号線570に出力するために、サンプルホールドトランジスタ600とクランプトランジスタ640とがOFF状態となり、列選択トランジスタ650とサンプリングトランジスタ630a、630b、630cとがON状態となって、サンプリング容量200a、200b、200cと水平信号線容量210とにより形成された回路のゲインは(3)式のように計算される。

【0045】

$$G4 = C_{sp} / (C_{sp} + C_{com})$$

... (3)

そして、(2)式、(3)式から得られたG3とG4とから単位セル500の信号電圧の加算をおこなわない場合の信号処理部100のゲインは(4)式のように計算される。

$$G = G3 \times G4$$

$$= (C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})) \times (C_{sp} / (C_{sp} + C_{com}))$$

... (4)

次に、本発明の実施の形態における増幅型固体撮像装置の動作(単位セル500の信号電圧の加算をおこなう場合)について、図4に示す駆動タイミングチャートに沿って説明する。

【0046】

n行目の単位セル500が選択されると、LSET(n)線をハイレベルにする行選択パルス(n)がn行目の単位セル500の垂直選択トランジスタ505に印加される。垂直選択トランジスタ505はON状態となり、増幅トランジスタ503と負荷トランジスタ群540とでソースフォロア回路が形成され、単位セル500の電源電圧に追従した電圧がそのソースフォロア回路から第1の垂直信号線520に出力される。

【0047】

次に、SP線をハイレベルにするサンプリングパルスがサンプルホールドトランジスタ600に印加される。サンプルホールドトランジスタ600は、ON状態となり、ソースフォロア回路から第1の垂直信号線520に出力された電圧をクランプ容量610に保持する。このとき、CP線をハイレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ640に印加される。クランプトランジスタ640はON状態となり、クランプ容量610がCPDC線の電位にリセットされる。また、同時にSWA線をハイレベルにする容量選択パルスAが印加されているので、サンプリングトランジスタ630aはON状態となり、サンプリング容量200aがCPDC線の電位にリセットされる。

【0048】

次に、RESET(n)線をハイレベルにするリセットパルス(n)がリセットトランジスタ504に印加される。リセットトランジスタ504はON状態となり、FD部506の電位がリセットされる。FD部506に接続している増幅トランジスタ503のゲート電圧はFD部506の電位となり、この電圧に応じた電圧、具体的には(FD部の電位 - V_t) $\times \alpha$ で与えられる電圧が第1の垂直信号線520に出力される。

【0049】

次に、CP線をローレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ640に印加され、クランプトランジスタ640がOFF状態となり、第2の垂直信号線620はフローティング状態となる。

次に、READ(n)線をハイレベルにする読み出しパルス(n)が読み出しトランジスタ502に印加される。読み出しトランジスタ502はON状態となり、フォトダイオード501に蓄積した信号電荷がFD部506に転送される。FD部506に接続してい

る増幅トランジスタ503のゲート電圧はFD部506の電位となり、この電圧とはほぼ同等の電圧が第1の垂直信号線520に出力される。このとき、CP線をローレベルにするクランプパルスがクランプトランジスタ640に印加されているので、クランプトランジスタ640はOFF状態となり、サンプリング容量200aには、FD部506の電位がリセットされたときに第1の垂直信号線520に出力された電圧と、フォトダイオード501に蓄積した信号電荷がFD部506に転送されたときに第1の垂直信号線520に出力された電圧との差がn行目の単位セル500の信号電圧として蓄積される。そして、SWA線をローレベルにする容量選択パルスAが印加され、サンプリングトランジスタ630aはOFF状態となる。

【0050】

次に、n-1行目の単位セル500が選択され、SWB線をハイレベルにする容量選択パルスBが印加され、同様の動作が繰り返されることで、サンプリング容量200bには、n-1行目の単位セル500の信号電圧が蓄積される。そして、SWB線をローレベルにする容量選択パルスBが印加され、サンプリングトランジスタ630bはOFF状態となる。

【0051】

次に、n-2行目の単位セル500が選択され、SWC線をハイレベルにする容量選択パルスCが印加され、同様の動作が繰り返されることで、サンプリング容量200cには、n-2行目の単位セル500の信号電圧が蓄積される。そして、SWC線をローレベルにする容量選択パルスCが印加され、サンプリングトランジスタ630cはOFF状態となる。

【0052】

次に、SWA線、SWB線、およびSWC線をハイレベルにする容量選択パルスA、容量選択パルスB、および容量選択パルスCが同時に印加され、サンプリングトランジスタ630a、630b、630cはON状態となる。

次に、CSEL(m)線をハイレベルにする列選択パルス(m)、CSEL(m-1)線をハイレベルにする列選択パルス(m-1)、・・・を列選択トランジスタ650に順次印加する。各列選択トランジスタ650はON状態となり、サンプリング容量200aとサンプリング容量200bとサンプリング容量200cとに蓄積された信号電圧が加算されて水平信号線570に順次出力される。

【0053】

以上のような動作に基づく、単位セル500の信号電圧の加算をおこなう場合の信号処理部100のゲインは、以下のように計算される。

まず、n行目の単位セル500の信号電圧をサンプリング容量200aに蓄積するために、クランプトランジスタ640と列選択トランジスタ650とがOFF状態となり、サンプリングトランジスタ630aがON状態となって、クランプ容量610とサンプリング容量200aとにより形成された回路のゲインは(5)式のように計算される。

【0054】

$$G5 = C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp} / 3)$$

・・・(5)

例えば、C_{sp}とC_{cp}とが5pFである場合、信号処理部550のゲインは、(5)式より計算され、約0.75となる。この値は、従来の固体撮像装置におけるゲインよりも50%大きい。

【0055】

ここで、n-1、n-2行目の単位セル500の信号電圧をサンプリング容量200b、200cに蓄積するために、クランプ容量610とサンプリング容量200bとにより形成された回路のゲイン、クランプ容量610とサンプリング容量200cとにより形成された回路のゲインも同様に(5)式のように計算される。

次に、加算されたn、n-1、n-2行目の単位セル500の信号電圧を水平信号線570に出力するために、サンプルホールドトランジスタ600とクランプトランジスタ6

40とがOFF状態となり、列選択トランジスタ650とサンプリグトランジスタ630a、630b、630cとがON状態となつて、サンプリグ容量200a、200b、200cと水平信号線容量210とにより形成された回路のゲインは(6)式のように計算される。なお、(6)式においては、サンプリグ容量200a、200b、200cに蓄積された信号電圧を同時に水平信号線に読み出すために、サンプリグ容量に蓄積された信号電圧を水平信号線570に読み出すために必要な容量値 C_{sp} は確保される。

【0056】

$$G6 = C_{sp} / (C_{sp} + C_{com})$$

... (6)

そして、(5)式、(6)式から得られた $G5$ と $G6$ とから単位セル500の信号電圧の加算をおこなう場合の信号処理部100のゲインは(7)式のように計算される。

$$G = G5 \times G6$$

$$= (C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp} / 3)) \times (C_{sp} / (C_{sp} + C_{com}))$$

... (7)

なお、十分な信号処理部100のゲインを得るために水平信号線容量210の容量値 C_{com} は、サンプリグ容量の容量値 C_{sp} と、クランプ容量の容量値 C_{cp} と同等の容量値であるのが好ましいので、 C_{com} 、 C_{sp} 、 C_{cp} は、例えば(8)式の関係を持つとする。

【0057】

$$C_{com} = C_{sp} = C_{cp}$$

... (8)

そして、 C_{sp} と C_{com} とが5pFである場合、信号処理部550のゲインは、(7)式、(8)式より計算され、約0.38となる。

以上のように本実施の形態によれば、(5)式により計算される単位セル500の信号電圧をサンプリグ容量200aに蓄積するために形成された回路のゲインは大きな値となり、また、その回路のゲインに基づいて(7)式により計算される信号処理部550のゲインも大きな値となり、かつ、単位セル500の信号電圧の加算をおこなうために用意した3つのサンプリグ容量200a、200b、200cの容量値の合計も小さな値となる。よって、大きな容量値を持つ、つまり、大きな面積を持つサンプリグ容量を用意することなく単位セル500の信号電圧の加算をおこなうことができるので、本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、チップ面積を増大させることなく単位セル500の信号電圧を加算することができる。また、画素信号を加算するモードと、加算しない両モードでのS/Nを向上させることができる。例えば、 C_{sp} が5pFであり、 C_{cp} が5pFであり、サンプリグ容量200a、200b、200cの単位面積当たりの容量が5fF/ μm^2 である場合、単位セル500の信号電圧をサンプリグ容量660aに蓄積するために形成される回路のゲインは、従来の固体撮像装置では0.5という小さな値となるのに対して、本実施の形態の増幅型固体撮像装置では0.75という十分な値となり、かつ、サンプリグ容量の面積は、従来の固体撮像装置では3000 μm^2 という大きな値となるのに対して、本実施の形態の増幅型固体撮像装置では1000 μm^2 という小さな面積で済む。

【0058】

また、容量選択パルスA、容量選択パルスB、および容量選択パルスCを変化させることにより、単位セル500の信号電圧を加算する場合と、単位セル500の信号電圧を加算しない場合とを選択することができる。よって、本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、単位セル500の信号電圧を加算する場合と単位セル500の信号電圧を加算しない場合との両方に対応することができる。

【0059】

ここで、単位セル500の信号電圧をk行(kは2以上の整数)加算する場合のS/N比(信号対雑音比)は、フォトダイオード501の光ショットノイズにより、 \sqrt{k} (加算画素数)に比例して向上する。よって、出力アンプ580を含む後段回路にて N_a という

一定のノイズが存在し、単位セル500の信号電圧を加算する場合も単位セル500の信号電圧を加算しない場合も出力信号レベルSは一定であるとする、単位セル500の信号電圧を3行加算したときのS/N比は $\sqrt{3}$ に比例して向上する。しかし、単位セル500の信号電圧を3行加算する場合のS/N比は単位セル500の信号電圧を加算しない場合のS/N比よりも必要以上に良くなる必要はないので、単位セル500の信号電圧を加算する場合のS/N比と単位セル500の信号電圧を加算しない場合のS/N比とを同等にすることによりCspの最適化をおこなうことができる。

【0060】

以上で述べたことに基づいて、Cspの最適化をおこなうための(9)式が導出される。ここで(9)式において、左辺は、単位セル500の信号電圧を3行加算する場合のゲインであり、右辺は、単位セル500の信号電圧を加算しない場合のゲインに、左辺の信号電圧を加算する場合のS/N比と比較した回路ゲイン向上が必要となる $\sqrt{3}$ 倍を積算したものである。

【0061】

$$\begin{aligned} & (C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp} / 3)) \times (C_{sp} / (C_{sp} + C_{com})) = \\ & \sqrt{3} \times (C_{cp} / (C_{cp} + C_{sp})) \times (C_{sp} / (C_{sp} + C_{com})) \\ & \dots (9) \end{aligned}$$

(9)式からCspの最適値を与える式が求められ、(10)式となる。

$$\begin{aligned} & C_{cp} : C_{sp} = (1 - 1/\sqrt{3}) : (\sqrt{3} - 1) \\ & \dots (10) \end{aligned}$$

例えば、Ccpが5pFである場合、(10)式からCspは約8pFとなる。

【0062】

なお、本実施の形態において、単位セル500の信号電圧を3行加算する場合について例示した。しかし、(11)式により最適化された容量値Cspを有するサンプリング容量をk個(kは2以上の整数)用意することにより、本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、単位セル500の信号電圧をk行加算してもよい。

$$\begin{aligned} & C_{cp} : C_{sp} = (1 - 1/\sqrt{k}) : (\sqrt{k} - 1) \\ & \dots (11) \end{aligned}$$

またS/N比は、通常 ± 3 dB(= $\pm\sqrt{2}$)程度の差は許容されるレベルにあるので、CcpとCspの比は、

$$(1 - 1/\sqrt{(k/2)}) : (\sqrt{(k/2)} - 1)$$

から

$$(1 - 1/\sqrt{(2k)}) : (\sqrt{(2k)} - 1)$$

の範囲、つまりCcpとCspの比として ± 3 dB(= $\pm\sqrt{2}$)の範囲で最適化してもよい。

【0063】

以上のように本実施の形態によれば、単位セル500の信号電圧を加算する場合のS/N比と単位セル500の信号電圧を加算しない場合のS/N比とを同等にすることによりCspの最適化をおこなうことができる。よって、本実施の形態の増幅型固体撮像装置は、単位セル500の信号電圧を加算する場合と単位セル500の信号電圧を加算しない場合とに対応する固体撮像装置において、最適なCspを決定することができる。

【0064】

なお、本実施の形態の固体撮像装置において、3つのサンプリング容量が第2の垂直信号線に並列に接続され、単位セルの信号電圧を3行加算する場合には、各行の単位セルの信号電圧の1つのサンプリング容量への蓄積を3回おこなった後、3つのサンプリング容量に蓄積された3行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出し、単位セルの信号電圧を加算しない場合には、各行の単位セルの信号電圧を3つ全てのサンプリング容量に蓄積した後、3つのサンプリング容量に蓄積された1行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出すとした。しかし、n個($n \geq k$ 、nは2以上の整数)のサンプリング容量が第2の垂直信号線に並列に接続され、単位セルの信号電圧をk行加算する場合に

は、各行の単位セルの信号電圧の m 個 ($m \leq n/k$ 、 m は1以上の整数) のサンプリング容量への蓄積を k 回おこなった後、サンプリング容量に蓄積された k 行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出し、単位セルの信号電圧を加算しない場合には、各行の単位セルの信号電圧を p 個 ($m < p \leq n$ 、 p は2以上の整数) のサンプリング容量に蓄積した後、サンプリング容量に蓄積された各行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出してもよい。ここで、 m は、前記 k 回のサンプリング容量への蓄積において同じ値であってもよいし、異なる値であってもよい。具体的には、例えば以下の(1)～(6)のような態様がある。

(1) 3つのサンプリング容量が第2の垂直信号線に並列に接続され、単位セルの信号電圧を3行加算する場合には、各行の単位セルの信号電圧の1つのサンプリング容量への蓄積を3回おこなった後、3つのサンプリング容量に蓄積された3行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出し、単位セルの信号電圧を加算しない場合には、各行の単位セルの信号電圧を2つのサンプリング容量に蓄積した後、2つのサンプリング容量に蓄積された各行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出す。

(2) 4つのサンプリング容量が第2の垂直信号線に並列に接続され、単位セルの信号電圧を4行加算する場合には、各行の単位セルの信号電圧の1つのサンプリング容量への蓄積を4回おこなった後、4つのサンプリング容量に蓄積された4行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出し、単位セルの信号電圧を加算しない場合には、各行の単位セルの信号電圧を4つ全てのサンプリング容量に蓄積した後、4つのサンプリング容量に蓄積された各行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出す。

(3) 4つのサンプリング容量が第2の垂直信号線に並列に接続され、単位セルの信号電圧を2行加算する場合には、各行の単位セルの信号電圧の1つのサンプリング容量への蓄積を2回おこなった後、2つのサンプリング容量に蓄積された2行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出し、単位セルの信号電圧を加算しない場合には、各行の単位セルの信号電圧を4つ全てのサンプリング容量に蓄積した後、4つのサンプリング容量に蓄積された各行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出す。

(4) 4つのサンプリング容量が第2の垂直信号線に並列に接続され、単位セルの信号電圧を2行加算する場合には、各行の単位セルの信号電圧の2つのサンプリング容量への蓄積を2回おこなった後、4つのサンプリング容量に蓄積された2行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出し、単位セルの信号電圧を加算しない場合には、各行の単位セルの信号電圧を4つ全てのサンプリング容量に蓄積した後、4つのサンプリング容量に蓄積された各行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出す。

(5) 4つのサンプリング容量が第2の垂直信号線に並列に接続され、単位セルの信号電圧を2行加算する場合には、各行の単位セルの信号電圧の2つのサンプリング容量への蓄積を2回おこなった後、4つのサンプリング容量に蓄積された2行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出し、単位セルの信号電圧を加算しない場合には、各行の単位セルの信号電圧を3つのサンプリング容量に蓄積した後、3つのサンプリング容量に蓄積された各行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出す。

(6) 4つのサンプリング容量が第2の垂直信号線に並列に接続され、単位セルの信号電圧を2行加算する場合には、各行の単位セルの信号電圧の1つのサンプリング容量への蓄積と2つのサンプリング容量への蓄積とをおこなった後、3つのサンプリング容量に蓄積された2行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出し、単位セルの信号電圧を加算しない場合には、各行の単位セルの信号電圧を4つのサンプリング容量に蓄積した後、4つ全てのサンプリング容量に蓄積された各行の単位セルの信号電圧を水平信号線に同時に読み出す。

【0065】

上記のような読み出しをおこなう場合において、加算する場合に使用するサンプリング容量の総容量値および加算しない場合に使用するサンプリング容量の総容量値のいずれか小さい方は、例えば飽和信号電圧に対する列選択信号の飛び込みノイズの S/N 比を -40 dB以下、または飛び込みノイズの10%が列選択トランジスタ間での飛び込みノイズ

ばらつきとなって発生し、そのときの飽和信号電圧に対する列選択信号の飛び込みノイズの S/N 比を -60 dB 以下とするために、サンプリング容量の総容量値 \gg ゲート容量、列選択信号のパルス電圧を V_{IN} とした場合、

飽和信号電圧 $/ 100 > V_{IN} \times \text{ゲート容量} / \text{サンプリング容量の総容量値}$

を満たすことが必要である。例えば飽和信号電圧を 500 mV 、 $V_{IN} = 3\text{ V}$ とすると、加算する場合に使用するサンプリング容量の総容量値および加算しない場合に使用するサンプリング容量の総容量値のいずれか小さい方の容量値は、ゲート容量の約 600 倍が必要となる。ここで、加算する場合に使用するサンプリング容量の総容量値および加算しない場合に使用するサンプリング容量の総容量値の比は、容量部の面積を最小とするために、 1 に近いことが好ましい。具体的なサンプリング容量の総容量値 C_{sp0} としては、例えば、 C_{sp} (1つのサンプリング容量の容量値) $= 0.8\text{ pF}$ 、 $m = 1$ 、 $k = 3$ 、 $p = 3$ として、 $m \times k \times C_{sp} = p \times C_{sp} = C_{sp0} = 2.4\text{ pF}$ となる。

【0066】

また、本実施の形態の固体撮像装置において、トランジスタおよび容量は、例えば N 型 MOS トランジスタから構成されてもよい。これによって、列選択トランジスタは $PMOS$ 型トランジスタと比較して列選択時のオン抵抗が低い N 型 MOS トランジスタから構成されるので、列選択トランジスタのゲートサイズを小さくすることが可能となり、列選択トランジスタによる飛び込みノイズの影響を低減することができる。また、容量は N 型 MOS トランジスタから構成されるので、応答特性を速くすることができる。更に、2層のポリシリコンではなく、1層のポリシリコンにより容量を形成することが可能となり、製造工程を簡略化することができる。

【産業上の利用可能性】

【0067】

本発明は、固体撮像装置に利用でき、特に移動端末が備えるカメラ等に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0068】

【図1】本発明の実施の形態における増幅型固体撮像装置の回路構成図を示す図である。

【図2】同増幅型固体撮像装置の信号処理部100の回路構成図を示す図である。

【図3】同増幅型固体撮像装置の動作（単位セル500の信号電圧の加算をおこなわない場合）を示す駆動タイミングチャートである。

【図4】同増幅型固体撮像装置の動作（単位セル500の信号電圧の加算をおこなう場合）を示す駆動タイミングチャートである。

【図5】従来の固体撮像装置の回路構成図を示す図である。

【図6】従来の固体撮像装置の信号処理部550の回路構成図を示す図である。

【図7】従来の固体撮像装置の動作を示す駆動タイミングチャートである。

【符号の説明】

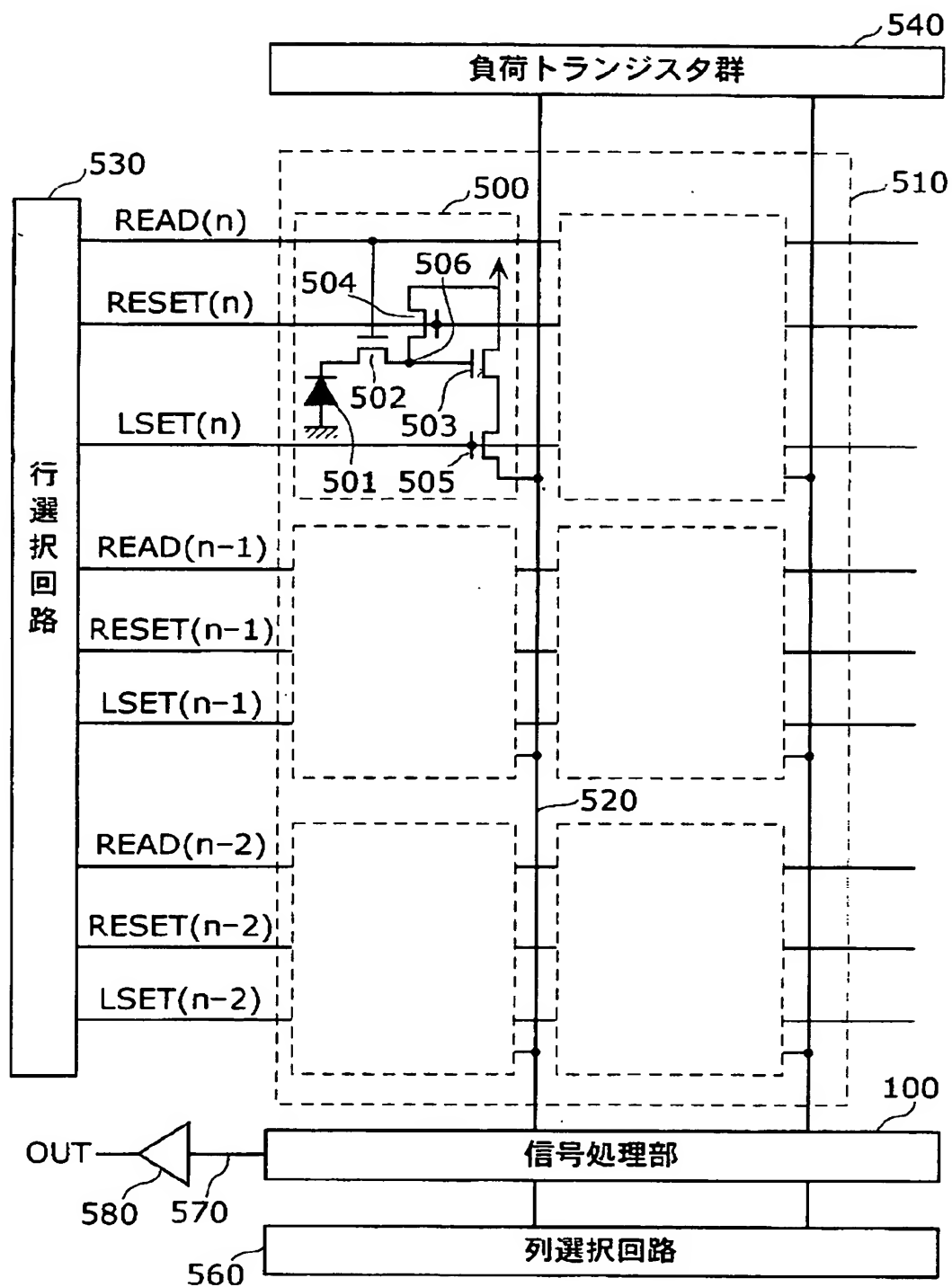
【0069】

100	信号処理部
200 a、200 b、200 c	サンプリング容量
210	水平信号線容量
500	単位セル
501	フォトダイオード
502	読み出しトランジスタ
503	増幅トランジスタ
504	リセットトランジスタ
505	垂直選択トランジスタ
506	FD部
510	イメージエリア

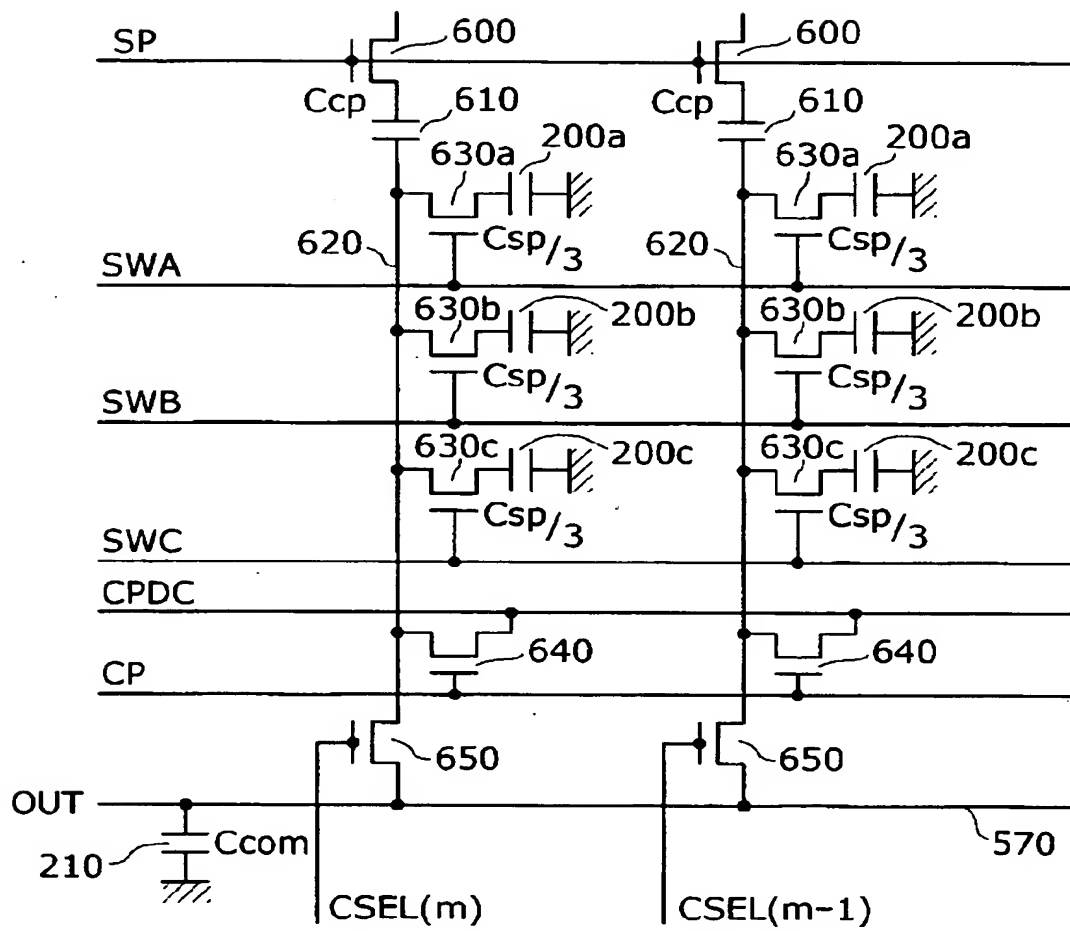
5 2 0	第 1 の垂直信号線	
5 3 0	行選択回路	
5 4 0	負荷トランジスタ群	
5 5 0	信号処理部	
5 6 0	列選択回路	
5 7 0	水平信号線	
5 8 0	出力アンプ	
6 0 0	サンプルホールドトランジスタ	
6 1 0	クランプ容量	
6 2 0	第 2 の垂直信号線	
6 3 0 a、6 3 0 b、6 3 0 c	サンプリングトランジスタ	
6 4 0	クランプトランジスタ	
6 5 0	列選択トランジスタ	
6 6 0 a、6 6 0 b、6 6 0 c	サンプリング容量	

【書類名】 図面

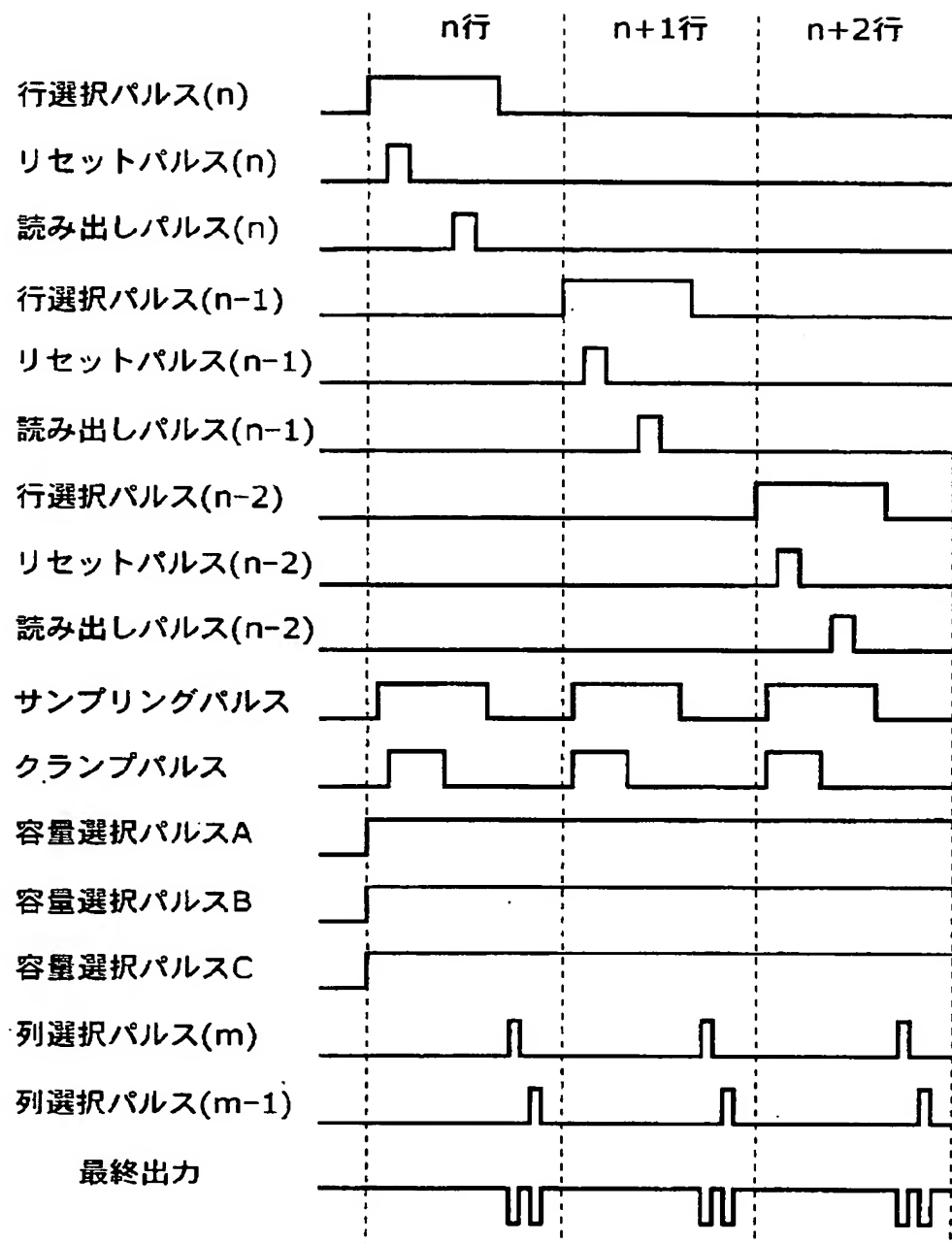
【図 1】



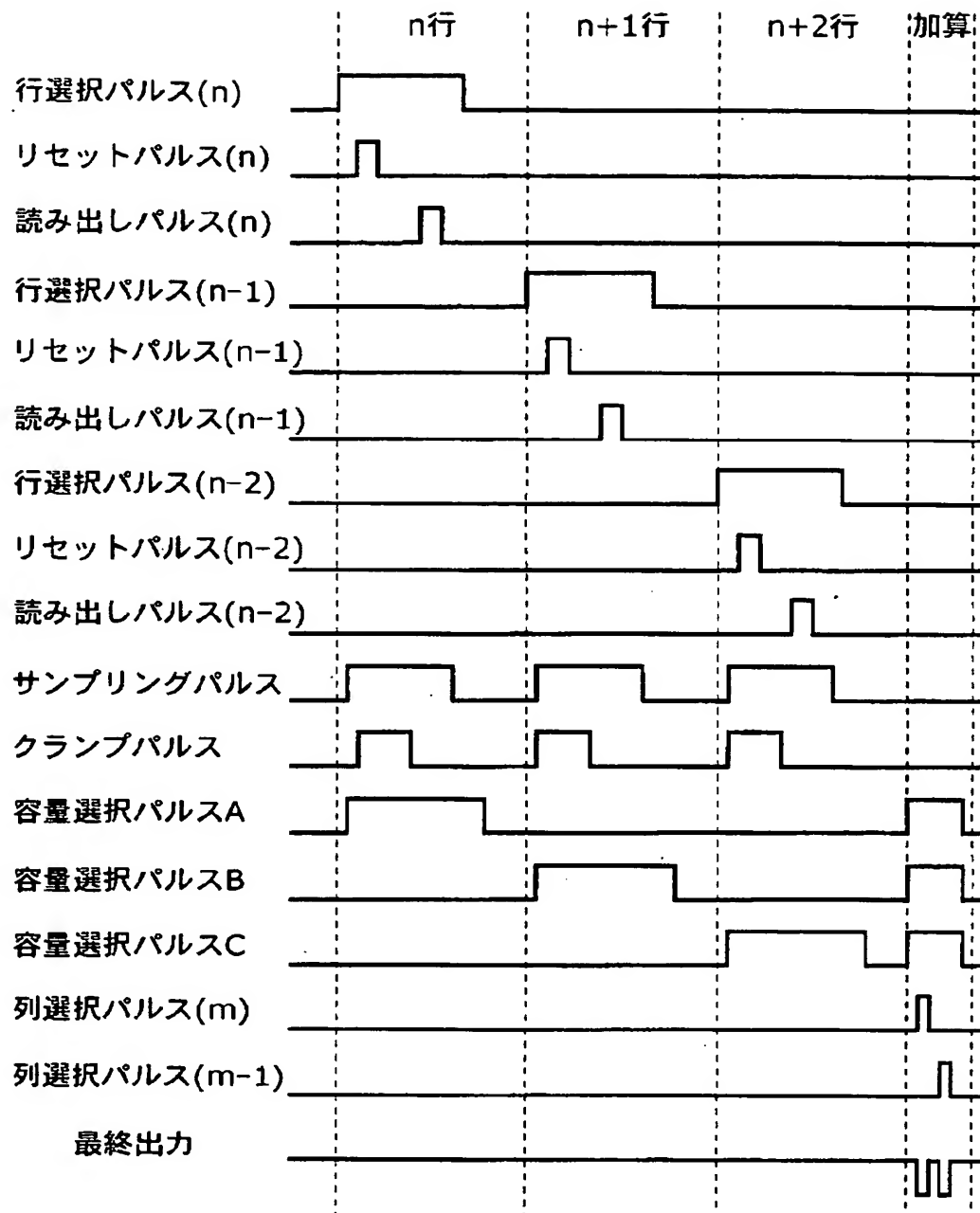
【図 2】



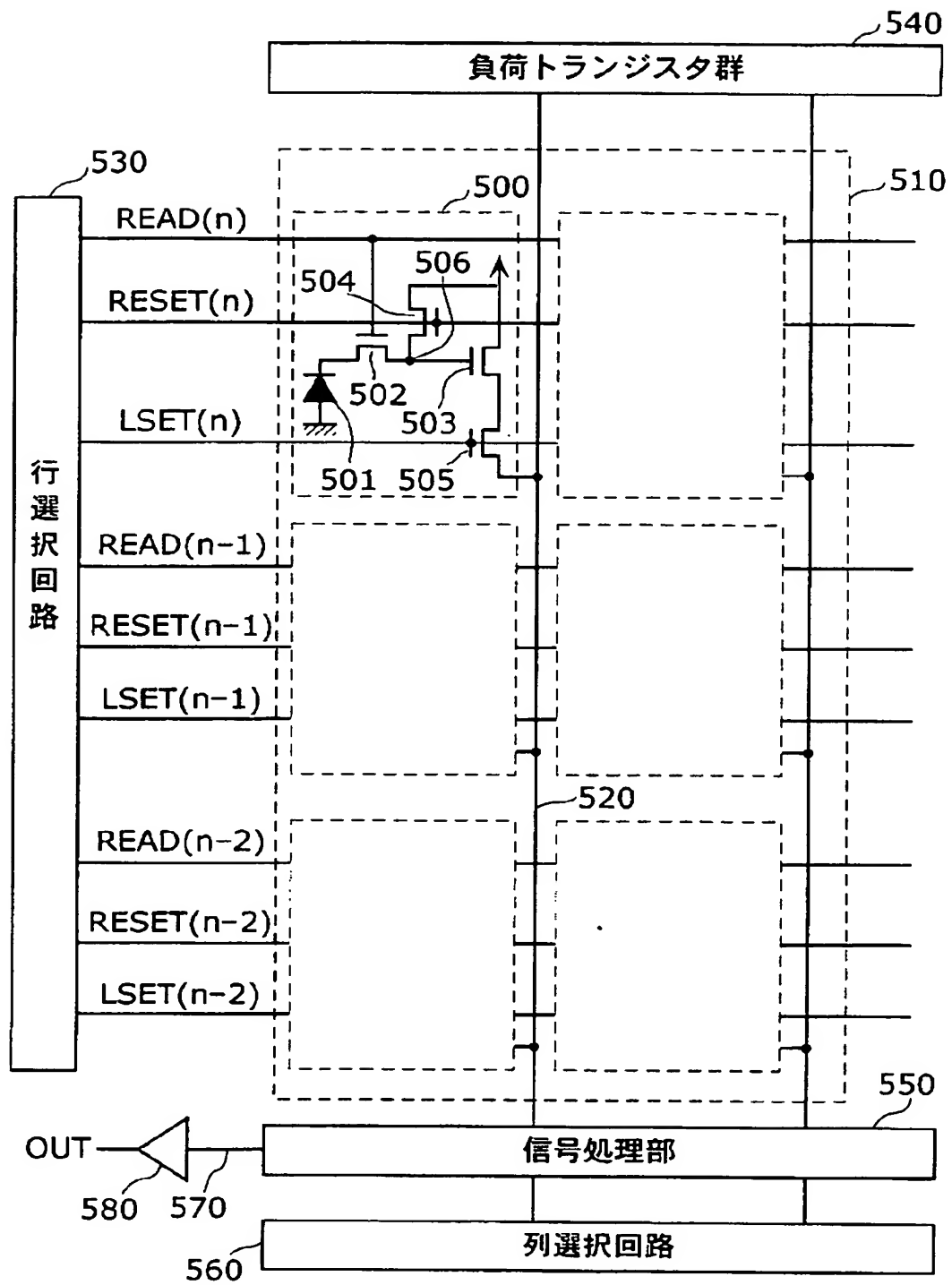
【図 3】



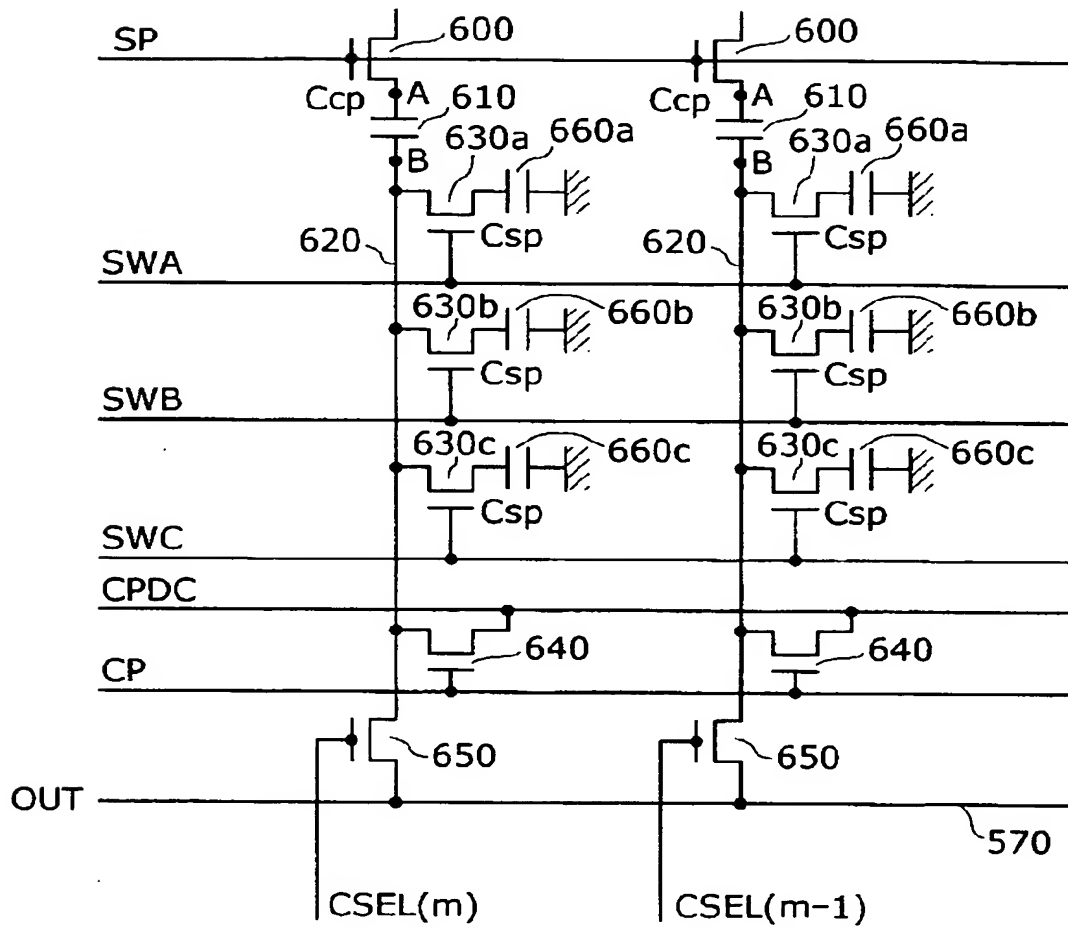
【図 4】



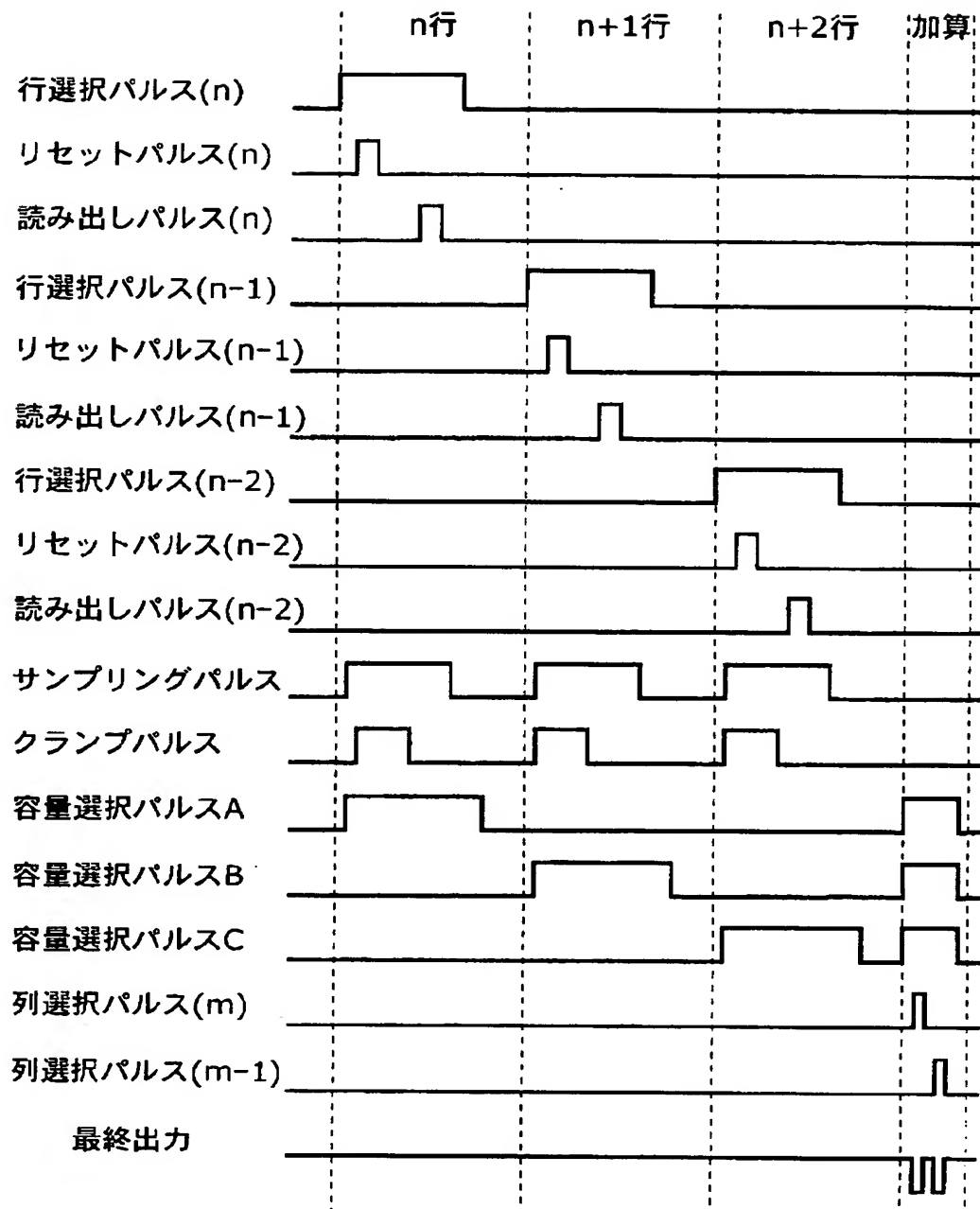
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 チップ面積を増大させることなく、画素信号を加算するモードと、加算しない両モードでの S/N 向上を可能にする固体撮像装置およびその駆動方法を提供する。

【解決手段】 複数の単位セル 5 0 0 を 2 次元状に配置した撮像領域 5 1 0 と、第 1 の垂直信号線 5 2 0 と、行選択回路 5 3 0 と、列選択回路 5 6 0 と、水平信号線 5 7 0 と、単位セルの増幅信号に対応する信号を蓄積するサンプリング容量を有し、信号の加算をおこなう場合と加算をおこなわない場合とを選択する信号処理部 1 0 0 とを備え、加算をおこなう場合に各行毎の単位セルの増幅信号に対応する信号を蓄積するサンプリング容量の容量値は、当該容量から信号を読み出すために必要な容量値よりも小さい固体撮像装置。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 4 1 2 6 6
受付番号	5 0 4 0 0 2 6 0 4 1 3
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 6 年 2 月 2 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成16年 2月18日
-------	-------------

特願 2 0 0 4 - 0 4 1 2 6 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 8 2 1]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
氏 名	松下電器産業株式会社